

Хитозан является производным хитина, который предварительно выделяется из отходов переработки ракообразных - их панциря. Использование этого биополимера для создания новых материалов является одним из перспективных направлений химической науки и технологии. Уникальные свойства хитозана обуславливают его применение в различных областях человеческой деятельности и служат отправной точкой для поиска новых областей использования [1, 2]. С каждым годом в мире увеличивается количество инновационных продуктов на основе хитозана и его производных в пищевой промышленности, где он не только существенно повышает биологическую ценность пищевых продуктов, но и выполняет роль консерванта, эмульгатора и пищевой добавки. В косметической промышленности хитозан, являясь биологически совместимым полимером, благоприятно воздействует на кожу и структуру волос, входит в состав увлажняющих кремов, лосьонов, гелей, лаков для волос и шампуней. Огромным потенциалом хитозан обладает в медицине - это шовные материалы, рано- и ожогозаживляющие повязки, компонент мазей и различных лечебных препаратов, в частности, для детоксикации живых организмов от ионов тяжелых металлов (ИТМ) [3, 4]. Кроме того, высокие сорбционные свойства позволяют использовать хитозан при очистке воды. Также перспективными направлениями использования хитозана является модификация текстильных материалов, получение высококачественных сортов бумаги, применение в сельском хозяйстве и даже в атомной промышленности [1, 2]. В условиях умеренного дефицита спрос на хитозан в мире увеличивается с каждым годом. При этом, несмотря на имеющиеся сырьевые ресурсы в России, отсутствует дешевый высококачественный хитозан и, как следствие, слабо развита сфера его применения. На кафедре «Химической технологии» ЭТИ (филиал) СГТУ им. Ю.А. Гагарина разработана ресурсосберегающая технология получения хитозана [5, 6]. Сырьем для получения последнего служили отходы переработки промысловых ракообразных, а именно панцирь ходильных конечностей камчатского королевского краба, который построен из трех основных элементов - хитина, играющего роль каркаса, минеральной части, придающей панцирю необходимую прочность, и белков, делающих его живой тканью (табл. 1). Таблица 1 - Характеристика химического состава панциря краба №

Компоненты	Содержание, %
1. Белок	21-27
2. Липиды	0,2-0,4
3. Минеральные вещества	34-39
4. Хитин	26-32
5. Влага	7-8

Хитин, превращающийся впоследствии в хитозан, в панцире ракообразных образует волокнистую структуру и связан с белками, имея вид хитин-белкового комплекса, и, являясь нерастворимым полимером, не поддается выделению из панциря напрямую. Для его получения необходимо последовательно отделить белковую и минеральную составляющие панциря, т.е. перевести последние в растворимое состояние и удалить. Для получения хитина и его модификаций с воспроизводимыми характеристиками необходимо исчерпывающее удаление

белковой и минеральной компоненты панциря. Процесс выделения хитина традиционно проводился химическим способом, который состоит из следующих стадий: - стадия деминерализации проводится для удаления минеральных веществ, которые закрывают доступ реагентов к хитину. Процесс осуществляется обработкой измельченного панциря раствором соляной кислоты, которая растворяет минеральные примеси - главным образом карбонаты кальция и магния; - стадия депротеинирования проводится с целью разрушения хитин-белкового комплекса с последующим удалением из панциря белков и липидов, которое достигается путем обработки измельченного панциря раствором NaOH. Вышеназванные процессы, которые проводятся для выделения хитина из хитинсодержащего сырья, относятся к процессам экстрагирования, суть которых заключается в том, что происходит извлечение компонентов из твёрдого вещества жидкостью. В данном случае твёрдое вещество - это панцирь краба. Биополимер хитозан в отличие от хитина, являясь продуктом его деацетилирования, обладает более широким спектром полезных свойств. Высокая реакционная способность хитозана, обуславливающая склонность к химической модификации, растворимость в доступных и дешевых растворителях (даже в разбавленных органических кислотах, например в водном растворе уксусной кислоты), делают его весьма привлекательным материалом для практического применения. В основе получения хитозана лежит реакция отщепления от структурной единицы хитина ацетильной группировки. Транс-расположение в элементарном звене макромолекулы хитина заместителей (ацетамидной и гидроксильной групп) у C2 и C3 обуславливает значительную гидролитическую устойчивость ацетамидных групп. Поэтому отщепление последних удастся осуществить лишь в сравнительно жестких условиях. Реакция деацетилирования сопровождается одновременным разрывом гликозидных связей полимера, т.е. уменьшением молекулярной массы, изменением надмолекулярной структуры, степени кристалличности и т.д. Полученный по разработанной технологии хитозан, использовался в дальнейшем для изучения очистки модельных стоков от ИТМ и нефтепродуктов. Применение хитозана для очистки сточных вод от нефтепродуктов и ИТМ, и увеличение скорости отстаивания взвешенных частиц подробно исследовано и описано в зарубежных литературных источниках [7-47]. В России процессы очистки стоков с применением хитозана малоизучены и дальнейшие исследования в этом направлении помогут уточнить механизм действия хитозана на процессы извлечения поллютантов из стоков. Целью настоящей работы являлось выявление допустимого соотношения растворов хитозана к объему сточных вод, для эффективной очистки воды от нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов и взвешенных веществ. Для очистки модельных сточных вод от взвешенных веществ (Снач= 20 г/дм³) в последние добавлялся 2 %-ный раствор хитозана в 2 %-ном растворе уксусной кислоты в соотношении 10-50 см³ на 1000 см³ сточных

вод. Раствор отстаивался в течение 30 мин. Визуально отмечено значительное ускорение скорости седиментации взвешенных веществ. Проведенными экспериментами найдено, что наибольшая эффективность очистки достигалась при использовании раствора хитозана в соотношении 20 см³ на 1000 см³ модельных стоков. На следующем этапе экспериментальной работы исследовалась очистка модельных стоков, содержащих ионы тяжелых металлов (Cd²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺) с начальной концентрацией С_{нач} = 10 мг/дм³. В модельные стоки приливались растворы хитозана в 2 %-ном растворе уксусной кислоты в соотношении 10-50 см³ на 1000 см³ модельных сточных вод. Конечная концентрация названных ИТМ в очищенных модельных стоках определялась вольтамперометрическим методом на приборе «Экспертиза 3D». В результате проведенных экспериментов найдено, что с увеличением дозировок раствора хитозана степень удаления названных ИТМ не изменяется (табл. 2). Определено, что оптимальным соотношением раствора хитозана к модельным стокам является соотношение: 10 см³ на 1000 см³ раствора. Как следует из приведенных в таблице 2 данных, эффективность очистки модельных стоков зависит от природы катиона металла. Наибольшая степень удаления наблюдается по ионам Cd(II), по ионам Pb(II) и Zn(II) степени удаления названных ионов сопоставимы и составляют несколько более 50 %. Таблица 2 - Степень очистки воды в зависимости от количества хитозана

Объём 2 %-ного р-ра хитина, мл на 1000 см ³ стоков	Степень очистки, % Cd ²⁺	Pb ²⁺	Zn ²⁺
10	81	53	53
20	80	55	53
30	82	53	40
40	81	55	53
50	80	53	54

На следующем этапе экспериментальной работы исследовалась очистка модельного стока, содержащего нефтепродукты (С_{нач} = 20 см³/дм³). В качестве последнего использовали машинное масло. В модельный раствор приливался 2 % раствор хитозана в 2 %-ном растворе уксусной кислоты в соотношении: 10-50 см³ на 1 дм³ мл модельных сточных вод. Для достижения нейтральной среды (рН = 7) в смесевые стоки добавлялись определенные объемы 10 %-ного раствора NaOH. При взаимодействии нефтепродукта с хитозаном, образуются беловатые желеподобные хлопья, которые не оседают, а находятся во взвешенном состоянии. Для удаления хлопьеобразной массы проводилась фильтрация. Остаточные концентрации масла в очищенных стоках определялись объемным методом. Проведенными экспериментами определено, что наибольшая эффективность очистки стоков - 98 % достигается при использовании раствора хитозана в соотношении 50 см³ на 1 дм³ стоков. Таким образом в результате проведенных исследований показана возможность очистки модельных стоков с помощью хитозана и выявлены оптимальные соотношения раствора последнего к стокам, которые способствуют наиболее высокой степени очистки от загрязнителей различной природы.